

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## METHOD FOR ALIGNING CYLINDERS HAVING PARALLEL AXES

Patent Number:  WO9723764  
Publication date: 1997-07-03  
Inventor(s): SCHYNS MARC (BE); CRAHAY JEAN (BE)  
Applicant(s): CENTRE RECH METALLURGIQUE (BE); SCHYNS MARC (BE); CRAHAY JEAN (BE)  
Requested Patent: DE69619549T  
Application Number: WO1996BE00129 19961209  
Priority Number(s): BE19950001056 19951221  
IPC Classification: G01B11/27; B22D11/20  
EC Classification: B22D11/20G, G01B11/27  
Equivalents:  BE1010538, DE69619549D,  EP0868649 (WO9723764), B1  
Cited Documents: US4298281; FR2644715; WO8809913; WO9414030

---

### Abstract

---

A method for aligning cylinders having parallel axes, wherein the angular deviation between the axis of at least one cylinder and a reference direction is determined, and the position of the cylinder is adjusted to reduce the deviation. The direction of the axis of a first cylinder, considered as the reference direction, is determined, and the reference direction is moved to a position that is at least adjacent to a second cylinder. The direction of the axis of the second cylinder is determined and the angular deviation between the direction of the axis of the second cylinder and the reference direction is deduced therefrom. Said reference direction is moved by means of a gyroscope, preferably a triaxial optical gyroscope.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) Übersetzung der  
europäischen Patentschrift  
(97) EP 0 868 649 B 1  
(10) DE 696 19 549 T 2

(51) Int. Cl. 7:  
G 01 B 11/27  
B 22 D 11/20

(21) Deutsches Aktenzeichen: 696 19 549.6  
 (86) PCT-Aktenzeichen: PCT/BE96/00129  
 (96) Europäisches Aktenzeichen: 96 942 192.4  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 97/23764  
 (86) PCT-Anmeldetag: 9. 12. 1996  
 (87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: 3. 7. 1997  
 (97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 7. 10. 1998  
 (97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: 27. 2. 2002  
 (47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 13. 2. 2003

(30) Unionspriorität:  
9501056 21. 12. 1995 BE

(12) Erfinder:  
SCHYNS, Marc, B-4851 Gemmenich, BE; CRAHAY, Jean, B-4970 Francorchamps, BE

(73) Patentinhaber:  
Centre de Recherches Métallurgiques - Centrum voor Research in de Metallurgie - Association sans but lucratif - Vereniging zonder winstoogmerk, Brüssel/Bruxelles, BE

(14) Vertreter:  
Patentanwaltskanzlei Vièl & Wieske, 66119 Saarbrücken

(84) Benannte Vertragstaaten:  
AT, BE, DE, FI, FR, GB, LU, NL, SE

(54) VERFAHREN ZUR AUSRICHTUNG PARALLELER WALZEN

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 696 19 549 T 2

-1-

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausrichten von Zylindern mit parallelen Achsen.

Es gibt sehr viele Bereiche in der Industrie, bei denen 5 Zylinder mit parallelen Achsen zum Einsatz kommen. Dies ist ganz besonders der Fall bei Anlagen, in denen sich ein langes Erzeugnis entlang einer vorbestimmten Bahn, im Allgemeinen kontinuierlich, über eine vergleichsweise lange Entfernung weiter bewegt. In der Eisenhüttenindustrie kommt eine solche Situation 10 sowohl bei den Stranggießmaschinen oder bei den Walzwerken als auch in den hoch entwickelteren Einrichtungen, wie etwa Vergütungsöfen oder Beschichtungsstraßen für Stahlband vor. Die Papierindustrie sowie der Kunststoff-, Floatglas- und Nichteisenmetallsektor verwenden ebenfalls mannigfache 15 Ausrüstungen, die Zylinder mit parallelen Achsen umfassen.

Die Qualität des hergestellten Erzeugnisses, insbesondere dessen Maßgenauigkeit, hängen zu einem großen Teil von der Exaktheit und der Genauigkeit seiner Bahn in den 20 Herstellungsmaschinen und der Fördereinrichtungen ab. Die Genauigkeit und die Reproduzierbarkeit von dieser Bahn müssen umso größer sein, je strenger die Anforderungen an die Qualität sind, die dem Erzeugnis auferlegt wurden.

25 Ein wichtiger Faktor für die Aufrechterhaltung der erforderlichen Qualität ist die Erhaltung der Parallelität der Achsen der aufeinander folgenden Zylinder, die den Transport des Erzeugnisses gewährleisten. Diese Parallelität kann jedoch aus verschiedenen Gründen verloren gehen. Zum Beispiel durch den 30 Verschleiß von Lagern und/oder Zylinderzapfen, oder durch die Verschiebung der Stützstrukturen derselben. Es kommt folglich darauf an, die relative Position der Zylinder, die zusammenwirken sollen, zu kontrollieren und gegebenenfalls auch zu korrigieren, damit eine möglichst gute Parallelität ihrer Drehachsen 35 gewährleistet ist und aufrechterhalten wird.

Aus geometrischer Hinsicht lässt sich ein Fehler bei der Parallelität zwischen zwei Achsen zerlegen in eine Abweichung in einer horizontalen Ebene und in eine Abweichung in einer 5 vertikalen Ebene.

In einer Anlage, die zum Beispiel von einem Stahlband durchlaufen wird, sind die meisten Zylinder horizontal angeordnet und das Band, das von denselben getragen wird, führt häufig eine 10 vertikale Fortbewegungen von einem Zylinder zu dem anderen aus. In diesem Fall hat eine Abweichung in der horizontalen Ebene eine Dezentrierung des Bandes in Bezug auf seine vorbestimmte Bahn und Schwierigkeiten bei der späteren Aufwicklung zur Folge; eine Abweichung in einer vertikalen Ebene bewirkt einen Fehler 15 hinsichtlich der Ebenheit des Bandes. Eine beliebige Abweichung, die einem Fehler in Bezug auf die Parallelität von zwei Zylindern entspricht, verursacht eine Kombination dieser zwei Fehler.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt erfolgt die Kontrolle zum 20 Ausrichten der Zylinder in zwei Schritten: Zuerst wird die relative Höhe der Stützen eingestellt, damit der Zylinder in der horizontalen Ebene zum Liegen kommt; diese erste Einstellung erfolgt mit Hilfe von Präzisionswasserwaagen. Dann wird der Zylinder so verstellt, dass seine Lage genau senkrecht zu der 25 Achse der Produktionslinie ausgerichtet ist, wobei er horizontal auf seinem Niveau gehalten wird. Diese zweite Einstellung, die am kompliziertesten ist, erfolgt mit Hilfe eines Theodoliten. Bei dem letzteren Gerät wird angenommen, dass die Oberfläche des auszurichtenden Zylinders an einem oder an mehreren Punkten und 30 unter entsprechend definierten Winkeln anvisiert wird. Dazu ist dann der Abbau von allen Bestandteilen erforderlich, die beim Anvisieren stören könnten. Daraus ergeben sich eine langwierige Durchführung und schwierige Einstellungen: Stilllegung der Anlagen, Abbau der peripheren Vorrichtungen, Einstellungen am 35 Theodoliten, erneuter Anbau der peripheren Vorrichtungen. Außerdem sind bestimmte Zylinder schwer zugänglich; dies ist der

19.04.02

- 3 -

Fall bei den Zylindern in den Linien von Glühanlagen, die sich im Innern der Öfen befinden, oder bei den Zylindern der elektrolytischen Beschichtungsanlagen, die in den Wannen eingetaucht sind.

5

Das Einstellverfahren ist folglich langsam, teuer und es erfordert den Eingriff von externem Personal und es ist sogar nicht bei allen Zylindern anwendbar.

10 Durch das Dokument US-A-4,298,231 ist ein Lasersystem zum Ausrichten der Rollen eines Förderers bekannt gemacht worden. Das hier vorgeschlagene Verfahren zum Ausrichten besteht darin, mit einem Laserstrahl eine gemeinsame Referenzrichtung zu erzeugen, die parallel zu der horizontalen Achse des Förderers liegt, sich 15 aber außerhalb der Rollen befindet, welche auszurichten sind. Jede der Rollen wird dann, getrennt und nacheinander, in eine senkrechte Lage zu dieser gemeinsamen Referenzrichtung gebracht.

Das Dokument FR-A-2 644 715 offenbart auch ein Verfahren zum 20 Ausrichten von Funktionseinheiten, wie etwa den Rollen einer Stranggießmaschine, bezüglich einer mit Hilfe eines Laserstrahls markierten geradlinigen Richtung. Diese geradlinige Richtung stellt eine gemeinsame Referenzrichtung dar, die sich außerhalb der auszurichtenden Funktionseinheiten befindet, und bezüglich 25 derer diese Funktionseinheiten nacheinander ausgerichtet werden.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Ausrichten von Zylindern mit parallelen Achsen vorzuschlagen, das nicht die oben erwähnten Nachteile aufweist und mit dem sich 30 außerdem die Genauigkeit bei der Messung der Positionen der Zylinder verbessern lässt. Demzufolge kann mit dem hier vorgeschlagenen Verfahren die Qualität der sich auf diesen Zylindern fortbewegenden Erzeugnisse, sowie die Produktivität der Verarbeitungslinie verbessert werden.

19.04.03

- 4 -

Im Gegensatz zur gegenwärtigen Praxis, die darin besteht, jeden Zylinder senkrecht zu der Achse der Produktionslinie auszurichten, besteht das Ziel der vorliegenden Erfindung darin, alle Zylinder parallel zu einer Referenzrichtung auszurichten; 5 dies hat eine bessere Parallelität der Zylinder zur Folge.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Ausrichten von Zylindern mit parallelen Achsen, bei dem die Winkelabweichung zwischen der Achse von mindestens einem Zylinder 10 und einer Referenzrichtung bestimmt wird und die Zylinderposition zur Verringerung der Abweichung eingestellt wird, dadurch gekennzeichnet dass: die Achsenrichtung eines ersten Zylinders, die als Referenzrichtung bezeichnet wird, erfasst wird; die Referenzrichtung mindestens bis in die Nähe eines zweiten 15 Zylinders verschoben wird; die Orientierung der Achse des zweiten Zylinders bestimmt wird und daraus die Winkelabweichung, die zwischen der Achsenrichtung der Achse des zweiten Zylinders und der Referenzrichtung besteht, sowie die quantifizierten, auf die Zylinderstützen anzuwendenden Verstellungen abgeleitet werden.

20

Wie bereits weiter oben erwähnt worden ist, lässt sich die Winkelabweichung zwischen den Achsen von zwei horizontalen Zylindern allgemein zerlegen in:

- eine horizontale Abweichung, die einer Drehung der Achse des zweiten Zylinders um eine vertikale Achse entspricht, und in 25  
- eine vertikale Abweichung, die einer Drehung der Achse des zweiten Zylinders um eine horizontale Achse entspricht, die zu ihr senkrecht ist.

30 Idealerweise ist die Referenzrichtung durch die Richtung der Achse des ersten Zylinders gegeben und sie wird unter der genauen Einhaltung ihrer eigenen Parallelität bis in die Nähe des zweiten Zylinders verschoben, d.h. transportiert oder übertragen.

19.04.02

-5-

.. In der Praxis ist diese Referenzrichtung durch ihre Position bezüglich eines Messsystems markiert, mit dem sich eine oder mehrere feste Richtungen bei der Parallelverschiebung erhalten lassen. Ein solches System lässt sich mit einem Gyroskop 5 aufbauen.

Nachdem das Messsystem bis in die Nähe des einzustellenden Zylinders verschoben worden ist, sind die entsprechenden erfahrenen Änderungen der Richtung bekannt und es lässt sich 10 daraus die Orientierung der Geraden, die am Anfang der Referenzrichtung entsprochen hat, nach der Parallelverschiebung ableiten. Darauf werden die gesamten Winkelabweichungen zwischen der verschobenen Geraden und der Achse des auszurichtenden Zylinders bestimmt, sowie die zum Ausrichten dieses Zylinders 15 auszuführenden Korrekturen.

Gemäß einem zusätzlichen Merkmal lassen sich diese Änderungen der Orientierung durch elektronische Hilfsmittel registrieren, die durch Vergleich mit den der Referenzrichtung 20 entsprechenden Daten zu jedem Zeitpunkt gestatten, die Winkelabweichung der Geraden bei ihrer Verschiebung zu bestimmen.

Im Großen und Ganzen wird die Referenzrichtung möglichst nahe an den zweiten Zylinder verschoben.

25

Der Vergleich der verschobenen Referenzrichtung und der Zylinderachse erfolgt auf verschiedene Weisen, und zwar:

- durch Abstützen des Messsystems, mit Hilfe eines oder mehrerer "V"-förmiger Teile;
- 30 - durch Markieren der Referenzrichtung, die durch die Achse eines kleinen Lasers oder durch die Achse eines Autokollimatorfernrohrs verschoben worden ist und durch Fixieren eines zur Achse des Zylinders senkrechten Umlenkspiegels. Dieser Spiegel wird entweder am Zylinder über ein oder mehrere V-förmige Teile abgestützt, oder er wird auf 35

einer Querfläche des Zylinders angebracht, und zwar senkrecht zu dessen Achse. In diesem Fall werden die Abweichungen zwischen der verschobenen Referenzrichtung und der Zylinderachse über die Abweichung des reflektierenden Laserstrahls oder durch das Autokollimationssystem erfasst. Man gibt diese Anordnung den Vorzug wenn es schwierig oder riskant ist, das Messsystem gegen den Zylinder anzuordnen: die Gefahr von mechanischen Stößen oder von thermischen bzw. chemischen Einflüssen usw. besteht; das ist besonders der Fall bei den Zylindern in den Vergütungsöfen, in den Anlagen zur elektrolytischen Beschichtung oder zum Beizen.

Im Rahmen der hier vorliegenden Erfindung kann die Verschiebung der Referenzrichtung mit Hilfe eines beliebigen mechanischen oder optischen Gyroskoptyps vorgenommen werden.

Die Handhabung eines mechanischen Gyroskops ist jedoch nicht immer leicht, insbesondere wegen seines Gewichts und seiner Empfindlichkeit gegenüber Vibrationen.

Ein optisches Gyroskop erweist sich in dieser Hinsicht als handhabungsfreundlicher: Es ist deutlich leichter und auch robuster und gegenüber Stößen weniger empfindlich, denn es enthält kein bewegliches Teil.

Wie an sich bekannt ist, definiert ein Gyroskop als eigentliches Messsystem keine absolute Richtung, sondern es zeigt Winkeländerungen an. Ein Dreiachsengyroskop misst bei seinem Transfer, gegebenenfalls kontinuierlich, die Winkeländerungen der Referenzrichtung bezüglich der drei Achsen.

Diese Winkeländerungen werden in einen, mit dem Messkopf verbundenen Computer eingegeben, der das Gyroskop enthält, und die Endposition des Gyroskops zeigt eine Winkelabweichung bezüglich der drei Achsen an, die den Parallelitätsfehler

19.04.02

-7-

zwischen der anfänglichen Richtung, d.h. der Referenzrichtung, und der Endrichtung des Gyroskops angibt.

Wenn die anfängliche Richtung der Achse eines ersten 5 Zylinders und die Endrichtung der Achse eines zweiten Zylinders entsprechen, stellt die gemessene Winkelabweichung den Fehler der Achsenparallelität von diesen zwei Zylindern dar, wobei angenommen wird, dass die Zylinder eine geometrisch einwandfreie Form aufweisen.

10

In dem Fall wo die Endrichtung direkt der Achse des zweiten Zylinders entspricht, d.h. wenn das Gyroskop direkt auf den zweiten Zylinder gestellt wird, lässt sich die Position dieses Zylinders einstellen, um die festgestellte Winkelabweichung 15 aufzuheben und auf diese Weise die Parallelität zwischen den zwei Zylindern zu gewährleisten.

Wenn der zweite Zylinder nicht direkt zugänglich ist, um das Gyroskop darauf zu stellen, wird die Referenzrichtung in die Nähe 20 des zweiten Zylinders verschoben, indem das Gyroskop mit einer festgelegten Winkelabweichung, vorzugsweise Null, bezüglich der anfänglichen Referenzrichtung platziert wird. Man definiert eine Richtung, die parallel an die Achse des zweiten Zylinders gebunden ist, und misst an mindestens zwei Punkten den Abstand, 25 der die verschobene Referenzrichtung und die Richtung voneinander trennt, die parallel an die Achse des zweiten Zylinders gebunden ist. Dann stellt man die Position des zweiten Zylinders ein, um die gemessenen Abstandsdifferenzen und gegebenenfalls die vorher festgelegte Winkelabweichung aufzuheben.

30

Mit dem Verfahren gemäß der Erfindung kann man die Parallelität von zwei Zylindern mit einer Genauigkeit von bis zu 0,02 mm/m gewährleisten. Dieser Genauigkeitsgrad ist ganz besonders in den Anlagen erforderlich, die Stahlband geringer

19.04.03

- 8 -

Dicke verarbeiten, wo eine Dickenänderung schnell eine große Bedeutung erlangt.

Das Verfahren gemäß der Erfindung lässt sich auch zur 5 Kontrolle der Parallelität von Zylindern anwenden, die Teil einer anderen, starren Struktur sind, die sich aber als Block versetzen lassen, wie etwa ein Gestellrahmen mit mehreren Zylindern in einer Bandspeichervorrichtung.

10 Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Schnelligkeit, mit der es sich zur Anwendung bringen lässt, ohne dass langwierige Prozeduren zur Durchführung erforderlich wären. Das Verfahren gemäß der Erfindung lässt sich leicht auf solche Zylinder anwenden, die schwer zugänglich sind oder die 15 aggressiven Umgebungen ausgesetzt sind.

- 1 -

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Ausrichten von Zylindern mit parallelen Achsen, bei welchem man die Winkelabweichung zwischen der Achse von mindestens einem Zylinder und einer 5 Referenzrichtung bestimmt und man die Position des besagten Zylinders regelt, um die besagte Abweichung zu vermindern, dadurch gekennzeichnet, dass man die Richtung der Achse eines ersten Zylinders aufnimmt, welche als Referenzrichtung betrachtet wird, und dass man die Referenzrichtung 10 mindestens bis in die Nähe eines zweiten Zylinders transportiert, dass man die Orientierung der Achse des zweiten Zylinders bestimmt und dass man daraus die Winkelabweichung herleitet, welche zwischen der Richtung der Achse des zweiten Zylinders und der Referenzrichtung 15 besteht.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man die Veränderungen der Orientierung ausfindig macht, welche die Gerade, die am Anfang die Referenzrichtung 20 dargestellt hat, im Verlauf ihres Transportes erlitten hat, und dass man die endgültige Winkelabweichung zwischen der Geraden und der Referenzrichtung bestimmt.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, 25 dass man die endgültige Winkelabweichung in einer vertikalen Ebene bestimmt.
4. Verfahren gemäß dem einen oder anderen der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass man die endgültige 30 Winkelabweichung in einer horizontalen Ebene bestimmt.
5. Verfahren gemäß dem einen oder anderen der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass man die Referenzrichtung unter Zuhilfenahme eines Gyroskops transportiert.
- 35 6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass man einen optischen Gyroskop mit drei Achsen benutzt.

19.04.03

-2-

7. Verfahren gemäß dem einen oder anderen der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass man den optischen Gyroskop auf den zweiten Zylinder stellt, dass man die Winkelabweichung zwischen der endgültigen Orientierung des Gyroskops und der anfänglichen Referenzrichtung bestimmt und dass man die Position des zweiten Zylinders regelt, um die Winkelabweichung zu annullieren.

8. Verfahren gemäß dem einen oder anderen der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass man den optischen Gyroskop in der Nähe des zweiten Zylinders einrichtet, mit einer bestimmten Winkelabweichung in Bezug auf die anfängliche Referenzrichtung, dass man eine Richtung definiert, die parallel an die Achse des zweiten Zylinders gebunden ist, dass man an mindestens zwei Punkten die Entfernung misst, welche die transportierte Referenzrichtung und die parallel an die Achse des zweiten Zylinders gebundene Richtung voneinander trennt und dass man die Position des zweiten Zylinders regelt, um die an den zwei Punkten gemessenen Entfernungsdifferenzen zu annullieren.

9. Verfahren gemäß dem einen oder anderen der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass man die mit dem Gyroskop transportierte Referenzrichtung und die Achse des zweiten Zylinders vergleicht indem man die Referenzrichtung durch die Achse eines Laserstrahls oder diejenige eines Autokollimators materialisiert, dass man einen Spiegel auf den zweiten Zylinder stellt, senkrecht zu der Achse des zweiten Zylinders, und dass man den Abstand zwischen den einfallenden und den reflektierten Laserstrahlen misst.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**